

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-354699

(43)Date of publication of application : 24.12.1999

(51)Int.Cl. H01L 23/373
C22C 1/09
C22C 1/10
C25D 5/12

(21)Application number : 10-163472

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO
LTD:THE

(22)Date of filing : 11.06.1998

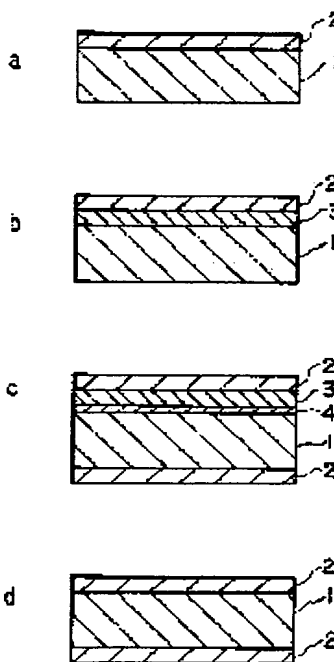
(72)Inventor : MATSUDA AKIRA

(54) SEMICONDUCTOR HEAT SINK AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To satisfactorily joint a semiconductor device mounting board with a solder, by a method wherein at least a part for solder joining the semiconductor device mounting board of a base material in which fibers or particles of a low expansion coefficient are compounded with a high heat conductivity metal is coated with an Ni alloy layer.

SOLUTION: SiC fibers (diameter of $0.3 \mu\text{m}$ and length of $90 \mu\text{m}$), AlN fibers (diameter of $1 \mu\text{m}$ and length of $30 \mu\text{m}$), or carbon fibers (diameter of $10 \mu\text{m}$ and length of $200 \mu\text{m}$) are formed as a porous fiber perform of 50 volume %. The perform is set in a pressurizing casting device having a cavity of the same shape as the porous fiber perform, an Al-13 wt.% Si alloy molten metal is injected to the cavity, thereby manufacturing a composite base material 1 by pressurizing and casting. Furthermore, the composite base material 1 is dipped in an alkaline liquid at 50°C for 40 sec. to degrease and each, and next a zincate processing dissolution in nitric acid and a zincate processing are sequentially performed, and next various coated layers are plated so that the outermost layer is an Ni alloy layer 2, thereby attaining a heat sink.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-354699

(43)公開日 平成11年(1999)12月24日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
H 0 1 L 23/373		H 0 1 L 23/36	M
C 2 2 C 1/09		C 2 2 C 1/09	G
	1/10		G
C 2 5 D 5/12		C 2 5 D 5/12	

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 7 頁)

(21)出願番号	特願平10-163472	(71)出願人	000005290 古河電気工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
(22)出願日	平成10年(1998)6月11日	(72)発明者	松田 晃 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古 河電気工業株式会社内

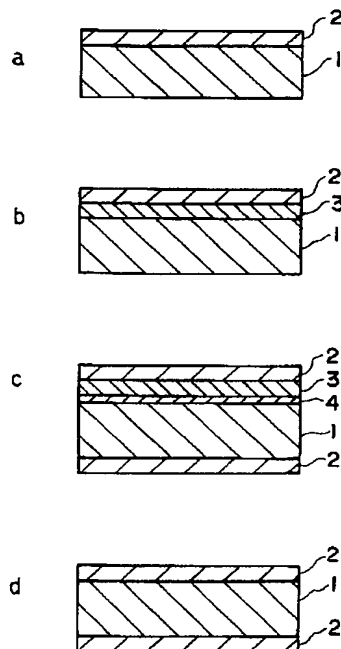
(54)【発明の名称】 半導体用放熱板とその製造方法

(57)【要約】

【課題】 半導体デバイス搭載基板を良好に半田接合で
きる半導体用放熱板およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明の半導体用放熱板は高熱伝導性金
属に低熱膨張係数の繊維または粒子が複合された基材1
の、少なくとも半導体デバイス搭載基板を半田接合する
部分にN i 合金層2が被覆されている。

【効果】 半田濡れ性の良いN i 合金層2が被覆されて
いるので、半導体デバイス搭載基板との半田接合部が厚
く均一に形成され、このため前記基板と放熱板との間の
熱歪みは前記半田接合部に良好に吸収されて半田接合部
に割れが入ったりせず、従って前記半導体デバイスから
の発熱は放熱板により良好に放熱される。N i 合金層2
は通常の電解めっきまたは無電解めっきにより容易に被
覆でき、また放熱板を水素含有雰囲気中で加熱処理して
N i 合金層表面の酸化膜を薄くすることにより半田濡れ
性が一層向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高熱伝導性金属に低熱膨張係数の繊維または粒子が複合された基材の、少なくとも半導体デバイス搭載基板を半田接合する部分に Ni 合金層が被覆されていることを特徴とする半導体用放熱板。

【請求項 2】 高熱伝導性金属に低熱膨張係数の繊維または粒子が複合された基材と Ni 合金層の間に Ni 層、Co 層、または Co 合金層のうちの少なくとも 1 層が介在されていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体用放熱板。

【請求項 3】 Ni 合金層が Ni-Co 合金、Ni-P 合金、Ni-Co-P 合金、または Ni-B 合金からなることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の半導体用放熱板。

【請求項 4】 Ni 合金層の厚さが 0.3~10 μm であることを特徴とする請求項 1、2、3 のいずれかに記載の半導体用放熱板。

【請求項 5】 Ni 合金層表面の酸化膜厚さが 100 Å 以下であることを特徴とする請求項 1、2、3、4 のいずれかに記載の半導体用放熱板。

【請求項 6】 高熱伝導性金属に低熱膨張係数の繊維または粒子が複合された基材の、少なくとも半導体デバイス搭載基板を半田接合する部分に Ni 合金層を電気めっきまたは無電解めっきにより被覆し、次いで水素含有雰囲気中にて加熱処理することを特徴とする請求項 1、3、4、5 のいずれかに記載の半導体用放熱板の製造方法。

【請求項 7】 高熱伝導性金属に低熱膨張係数の繊維または粒子が複合された基材の、少なくとも半導体デバイス搭載基板を半田接合する部分に Ni 層、Ni 合金層、Co 層、または Co 合金層の少なくとも 1 層を、さらにその上に Ni 合金層を電気めっきまたは無電解めっきにより被覆し、次いで水素含有雰囲気中にて加熱処理することを特徴とする請求項 2、3、4、5 のいずれかに記載の半導体用放熱板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体デバイス搭載基板を良好に半田接合できる半導体用放熱板およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスはシリコン、GaAs などの半導体チップに回路を形成したもので、このような半導体デバイスは発熱し易く、従って半導体デバイスを搭載する基板には、半導体素子に熱歪みが生じないように、熱膨張係数が半導体デバイスのそれに近い Fe-Co 合金（コパル）、Fe-Ni 合金（42 アロイ）、Cu-W 合金、アルミナ、窒化アルミなどが用いられている。最近、半導体デバイスの大型化並びに高集積化に伴って、半導体デバイスの発熱が大きくなり、この熱を

逃がすため、半導体デバイス搭載基板は放熱板に半田接合して用いられるようになった。そして前記放熱板には、高熱伝導性の Al に熱膨張係数の小さいセラミックスやカーボンなどを複合して熱膨張係数を前記基板と同程度に小さくした複合基材などが使用されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】前記複合基材と半導体デバイス搭載基板との半田接合部には、半導体デバイスが発熱したとき複合基材と半導体デバイス搭載基板とは熱膨張係数が異なるため熱歪みが発生し、前記半田接合部に割れや剥離が生じて前記複合基材の放熱特性が十分に発現されないという問題がある。このようなことから、本発明者等は、前記半田接合部に割れや剥離が生じる原因について鋭意研究を行い、前記複合基材は半田濡れ性が悪いいため、半田接合部の厚さが不均一になり、その結果前記熱歪みにより割れや剥離が生じることを知見し、また複合基材表面に Ni 合金層を被覆すると半田濡れ性が改善され、半田接合部が厚く均一に形成されるようになり、前記熱歪みは半田接合部で吸収されて半田接合部に割れや剥離が生じ難くなることを見だし、さらに研究を進めて本発明を完成させるに至った。本発明は、半導体デバイス搭載基板を良好に半田接合できる半導体用放熱板およびその製造方法の提供を目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】請求項 1 記載の発明は、高熱伝導性金属に低熱膨張係数の繊維または粒子が複合された基材の、少なくとも半導体デバイス搭載基板を半田接合する部分に Ni 合金層が被覆されていることを特徴とする半導体用放熱板である。

【0005】請求項 2 記載の発明は、高熱伝導性金属に低熱膨張係数の繊維または粒子が複合された基材と Ni 合金層の間に Ni 層、Co 層、または Co 合金層のうちの少なくとも 1 層が介在されていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体用放熱板である。

【0006】請求項 3 記載の発明は、Ni 合金層が Ni-Co 合金、Ni-P 合金、Ni-Co-P 合金、または Ni-B 合金からなることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の半導体用放熱板である。

【0007】請求項 4 記載の発明は、Ni 合金層の厚さが 0.3~10 μm であることを特徴とする請求項 1、2、3 のいずれかに記載の半導体用放熱板である。

【0008】請求項 5 記載の発明は、Ni 合金層表面の酸化膜厚さが 100 Å 以下であることを特徴とする請求項 1、2、3、4 のいずれかに記載の半導体用放熱板である。

【0009】請求項 6 記載の発明は、高熱伝導性金属に低熱膨張係数の繊維または粒子が複合された基材の、少なくとも半導体デバイス搭載基板を半田接合する部分に Ni 合金層を電気めっきまたは無電解めっきにより被覆し、次いで水素含有雰囲気中にて加熱処理することを特

徴とする請求項1、3、4、5のいずれかに記載の半導体用放熱板の製造方法である。

【0010】請求項7記載の発明は、高熱伝導性金属に低熱膨張係数の繊維または粒子が複合された基材の、少なくとも半導体デバイス搭載基板を半田接合する部分にNi層、Ni合金層、Co層、またはCo合金層の少なくとも1層を、さらにその上にNi合金層を電気めっきまたは無電解めっきにより被覆し、次いで水素含有雰囲気中にて加熱処理することを特徴とする請求項2、3、4、5のいずれかに記載の半導体用放熱板の製造方法である。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明において、複合基材を構成する高熱伝導性金属には、Al、Al合金、Cu、Cu合金などが用いられるが、特に、AlまたはAl合金は軽量であり望ましい。また低熱膨張係数の繊維にはC（炭素）、SiC、AlNなどの繊維が、また低熱膨張係数の粒子にはAl、O₂、MgO、SiO₂などの酸化物粒子がそれぞれ用いられる。

【0012】前記複合基材にはNi合金層が被覆されるが、前記複合基材とNi合金層との間にNi層、Co層、またはCo合金層のうちの少なくとも1層を介在させて、複合基材からの有害元素のNi合金層への拡散防止、或いはNi合金層と複合基材間の密着性改善を図るのが望ましい。前記Ni合金層は半田濡れ性を良くする効果を有し、半田は100μm厚さぐらいまで均一な厚さに保持される。このため半導体デバイス搭載基板と複合基材の熱膨張差に起因する熱歪みは厚く均一に被覆された半田接合部に吸収される。なお、Ni合金層は1層である必要はなく、異なる組成の層が2層以上積層されていても差し支えない。Ni合金としては、Ni-P合金、Ni-Co合金、Ni-Co-P合金、Ni-B合金などが有用で、その合金元素濃度は3～10wt%が適当である。なお、AgやPdなどの被覆層は半田濡れ性が良すぎて、半田が厚く被覆されず、熱歪みが十分に吸収されない。前記各層の被覆箇所は、前記複合基材の全表面でも良いが、半導体デバイス搭載基板を半田付けする部分にのみ被覆するのが経済的である。前記被覆層は電気めっきまたは無電解めっきにより被覆するのが厚さを高精度に制御できて望ましい。

【0013】Ni合金層の被覆厚さは、薄いとその効果が十分に得られず、厚いと曲げなどの変形時に割れが生じることがあり、またコスト的にも不利である。このためNi合金層の厚さは0.3～10μmが望ましい。

【0014】Ni合金層の表面の酸化膜厚さを100Å以下にすると半田濡れ性が向上し、フラックス無しでも或いは弱フラックスを用いても良好な半田濡れ性が得られ洗浄工程の省略または簡素化が可能になる。前記Ni合金層表面の酸化膜厚さは、半導体用放熱板を還元性雰囲気中で加熱処理することにより薄くなり、それにより半

田濡れ性が一層向上する。前記加熱処理条件は、水素を40体積%以上含む還元性雰囲気にて150～400℃の温度で10分以上加熱して施すのが望ましい。その理由は、150℃未満でも、10分未満でも、水素40体積%未満の還元性雰囲気でも、酸化膜厚さが100Å以下にならず、また400℃を超えると複合基材と被覆層とが界面で反応して両者の密着性が低下するためである。前記加熱処理での昇温速度は、1℃/分未満では生産性に劣り、20℃/分を超えると被覆層に割れが入ることがあるので、1～20℃/分が望ましい。

【0015】以下に本発明の半導体用放熱板を図を参照して具体的に説明する。図1aは本発明の第1の実施形態を示す縦断面図である。複合基材1の片面にNi合金層2が被覆されている。図1bは本発明の第2の実施形態を示す縦断面図である。複合基材1の片面にCo層3が被覆され、その上にNi合金層2が被覆されている。図1cは本発明の第3の実施形態を示す縦断面図である。複合基材1の片面にNi層4、Co層3、Ni合金層2が順に被覆され、他面にNi合金層2が被覆されている。図1dは本発明の第4の実施形態を示す縦断面図である。複合基材1の両面にNi合金層2がそれぞれ被覆されている。

【0016】

【実施例】以下に本発明を実施例により詳細に説明する。

（実施例1）SiC繊維（直径0.3μm、長さ90μm）、AlN繊維（直径1μm、長さ30μm）、または炭素繊維（直径10μm、長さ200μm）を50体積%の多孔質繊維成形体（プリフォーム）に形成し、これらの多孔質繊維成形体を、この成形体と同じ形状のキャビティを有する加圧 casting 装置にそれぞれセットし、前記キャビティにAl-13wt%Si合金溶湯を注入し加圧 casting して複合基材を作製した。次に前記複合基材を、50℃のアルカリ液中に40秒間浸漬して脱脂とエッチングを行い、次いでジンケート処理、硝酸溶解、ジンケート処理を順に施し、次いで最外層がNi合金層になるように各被覆層をめっきして放熱板を製造した。以下に各被覆層のめっき条件を示す。

【めっき条件】

40 Ni層：めっき液 NiSO₄ 240g/l, NiCl₂ 45g/l, H₂BO₃ 30g/l、液温 50℃、電流密度 5A/dm²。

Co層：めっき液 CoSO₄ 400g/l, NaCl 20g/l, H₂BO₃ 40g/l、液温 30℃、電流密度 5A/dm²。

Ni-Co合金層：めっき液 NiSO₄ 240g/l, NiCl₂ 45g/l, CoSO₄ 15g/l, H₂BO₃ 30g/l

液温 55℃、電流密度 5A/dm²。

Ni-P合金層：めっき液 NiSO₄ 240g/l, NiCl₂ 15g/l, H₂BO₃ 30g/l, H₃PO₃ 32g/l

液温 30℃、電流密度 1～10A/dm²。

50 Ni-Co-P合金層：めっき液 NiSO₄ 6H₂O 15g/l, CoSO₄ 7H₂O

10g/l, 塩酸Na 84g/l, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 42g/l, NH_4OH 14ml/l, H_3PO_4 8ml/l、液温90℃での無電解めっき。

【0017】(実施例2) 実施例1で製造した放熱板に、水素を80体積%含む窒素雰囲気中にて昇温速度10℃/分で300℃まで加熱し、300℃で30分間保持する条件で加熱処理を施した。

【0018】(比較例1) 最外層をNi層またはCo層とした他は、実施例1と同じ方法により放熱板を製造した。

【0019】実施例1、2、および比較例1で製造した*10

* 各々の放熱板について、耐湿試験を行い、その前後の半田濡れ性を調べた。また最外層の表面の酸化膜厚さをAESで測定した。耐湿試験は105℃のプレッシャーコッカーに24時間保持して行った。半田濡れ性は放熱板に共晶半田をのせ窒素雰囲気中で250℃に加熱したときの半田の濡れ角度、および半田接合界面のボイドの発生状況により評価した。結果を表1、2に示す。

【0020】

【表1】

分類	No	複合繊維種類	めっき材種：厚さ	加熱処理有無	*酸化膜厚A	半田濡れ角度		接合界面のボイドor割れ
			μm 最外層/内層			耐湿前	後	
本発明例①	1	炭素	Ni-P:8/無	無し	110	23	30	無し
	2	炭素	Ni-P:0.5/Ni:5	無し	120	25	34	無し
	3	炭素	Ni-Co:3/無	無し	120	23	27	無し
	4	炭素	Ni-P:0.5/Co:5	無し	110	23	25	無し
	5	炭素	Ni-Co-P:0.5/Ni:5	無し	110	22	27	無し
	6	炭素	Ni-B:5/Ni:5	無し	110	26	30	無し
	7	SiC	Ni-P:1/Ni:7	無し	110	20	24	無し
	8	AlN	Ni-Co:0.5/Ni:3	無し	120	22	32	無し

(注) ①実施例1、*最外層の酸化膜厚さ：単位 μm 。

【表2】

【0021】

分類	No	複合 繊維 種類	めっき材種：厚さ — μm —	加熱 処理 有無	*酸 化膜 厚A	半田濡れ角度		接合界面 のボイド or割れ
			最外層/内層			耐湿前	後	
本 発 明 例 ②	9	炭素	Ni-P:0.5/Ni:5	有り	30	15	22	無し
	10	炭素	Ni-Co:3/無	有り	10	13	21	無し
	11	炭素	Ni-Co:0.5/Ni:3	有り	55	17	24	無し
比 較 例 1	12	炭素	Ni:5/無	無し	170	45	63	割れ有り
	13	炭素	Co:5/無	無し	200	53	87	割れ有り
	14	SiC	Ni:7/無	無し	150	37	75	割れ有り
	15	AlN	Ni:3/無	無し	250	64	84	ボイド有

(注) ②実施例2、*最外層の酸化膜厚さ：単位 μm 。

【0022】表1、2より明らかなように、本発明例のNo.1~11は、いずれも耐湿試験前後とも半田濡れ性が改善され、半田接合部にはボイドや割れが存在しなかった。これは放熱板の最外層に半田濡れ性に優れるNi合金層が被覆されているためである。中でも水素含有雰囲気中で加熱処理したもの(No.9,10,11)は、Ni合金層の表面の酸化膜の厚さが著しく薄くなり半田濡れ性が一層改善された。一方、比較例のNo.12~15は、表面層がNi層またはCo層のため半田濡れ性が悪く、いずれも半田接合部に割れまたはボイドが生じた。

【0023】(実施例3)実施例1で作製した複合基材を、50℃のアルカリ液中に40秒間浸漬して脱脂とエッチングを行い、次いでジンケート処理、硝酸溶解、ジンケート処理を順に施し、次いで最外層がNi合金層に

なるように各被覆層をめっきして放熱板を製造した。

【0024】(比較例2)最外層をNi層またはCo層とした他は、実施例2と同じ方法により放熱板を製造した。

【0025】実施例3および比較例2で製造した各々の放熱板に、半導体デバイス搭載基板(DBC基板70×70×1.2mm)を窒素気流中で共晶半田接合して半導体装置を作製し、この半導体装置に、-40℃に冷却後125℃に加熱する熱サイクルを300回繰返す熱サイクル試験を行い、前記試験前後の半導体装置の熱抵抗と前記試験後の半田接合部の状態を調べた。共晶半田の厚さは100 μm 程度であった。結果を表3に示す。

【0026】

【表3】

分類	No	複合繊維種類	めっき材種：厚さ	加熱処理有無	*酸化膜厚A	※熱抵抗		半田接合部の割れor剥離
			μm 最外層/内層			初期	劣化後	
本発明例③	16	炭素	Ni-Co:1/Ni:5	無し	110	8	11	無し
	17	炭素	Ni-Co:10/無	無し	110	7	10	無し
	18	炭素	Ni-P:0.5/Ni-Co:5	無し	120	9	13	無し
	19	AlN	Ni-B:1/Co:5	無し	120	12	14	無し
	20	炭素	Ni-Co:1/Ni:5	有り	35	9	10	無し
	21	炭素	Ni-Co:10/無	有り	20	8	8	無し
比較例2	22	炭素	Ni:10/無	無し	240	15	57	一部剥離
	23	AlN	Co:5/無	無し	190	18	43	一部剥離
	24	炭素	Ni:3/無	無し	160	14	35	一部剥離

(注) ③実施例3、*最外層の酸化膜厚さ：単位 μm 、※単位： $10^{-3}^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。

【0027】表3より明らかなように、本発明例のNo. 16～21は、いずれも半田接合部に割れが入ったりせず、従って熱抵抗は熱サイクル試験前後で殆ど差がなく、良好な放熱性が得られた。これは、厚く均一に形成された共晶半田部に熱歪みが吸収されたためである。これに対し、比較例2のNo. 22～24は、いずれも、熱サイクル試験後、半田接合部の一部に剥離が生じ、このため熱抵抗が著しく高くなった。

【0028】以上、Al-13wt% Si合金にSiC、AlN、炭素などの繊維を複合した複合基材を用いた場合について説明したが、本発明は他の高熱伝導性金属に低熱膨張係数の粒子を複合した複合基材を用いた場合にも同様の効果が得られる。

【0029】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明の半導体用放熱板は、半田濡れ性の良いNi合金層が被覆されているので、半導体デバイス搭載基板との半田接合部が厚く均一に形成され、このため前記基板と前記放熱板との間の熱歪みは前記半田接合部に良好に吸収されて半田接合

部に割れが入ったりせず、従って前記半導体デバイスからの発熱は放熱板により良好に放熱される。前記Ni合金層は通常の電解めっきまたは無電解めっきにより容易に被覆でき、また放熱板を水素含有雰囲気中で加熱処理してNi合金層表面の酸化膜を薄くすることにより半田濡れ性が一層向上する。また前記複合基材とNi合金層との間にNi層、Ni合金層、Co層、またはCo合金層のうちの少なくとも1層を介在させることにより、複合基材からの有害元素のNi合金層への拡散防止、或いはNi合金層と複合基材間の密着性改善が図られる。依って、工業上顕著な効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】a～dは本発明の半導体用放熱板の実施形態を示すそれぞれ縦断面図である。

【符号の説明】

- 1 複合基材
- 2 Ni合金層
- 3 Co層
- 4 Ni層

(7)

特開平 1 1 - 3 5 4 6 9 9

【図 1】

